Revue Ecosystèmes et Paysages, 2023, 03(1): 48 –65pp
https://lbev-univlome.com/revue-ecosysteme-et-paysage/
ISSN Online: 2790-3230

Feu de végétation et diversité des formations végétales du Parc national Fazao-Malfakassa au Togo

Wildfire and of plants community diversity in the Fazao-Malfakassa National Park, Togo

Atakpama Wouyo[1,2*], Kombate Bimare[1], Klevor Kosi Joseph Amemavo[1,3], Folega Fousseni[1], Batawila Komlan[1], Akpagana Koffi[1]

[1]Laboratoire de botanique et écologie végétale, département de Botanique, Faculté des Sciences (FDS), Université de Lomé (UL), 1 BP 1515 Lomé 1, Togo
[2]West Africa Plant Red List Authority (WAPRLA), IUCN Species Survival Commission, Rue Mauverney 28, 1196 Gland, Switzerland
[3]Département de Foresterie, Institut National de Formation Agricole (INFA) de Tové, BP 401 Kpalimé, Togo
(*): Auteur correspondant : wouyoatakpama@outlook.com

Comment citer l'article : Atakpama Wouyo, Kombate Bimare, Klevor Kosi Joseph Amemavo, Folega Fousseni, Batawila Komlan, Akpagana Koffi (2023) Feu de végétation et diversité des formations végétales du Parc national Fazao-Malfakassa au Togo. Rev Écosystèmes et Paysages (Togo), 03(1): 48 – 65, e-ISSN (Online): 2790-3230

doi: https://doi.org/10.59384/recopays2023-3-1

Reçu : 31 mars 2023
Accepté : 15 juin 2023
Publié : 30 juin 2023



Résumé

Cette étude réalisée dans le Parc national Fazao-Malfakassa (PNFM) est une contribution à une meilleure gestion des feux de végétation au Togo. En particulier, il s'agit de : (i) évaluer l'impact des feux de végétation sur la biodiversité et (ii) caractériser la structure démographique des formations ligneuses en fonction de l'incidence du feu de végétation. L'analyse s'est basée sur les inventaires floristiques, écologiques et forestiers au sein de 90 placeaux. La florule recensée est de 226 espèces réparties en 126 genres et 101 familles. Les Leguminosae-Caesalpinioidae (11,31 %), les Euphorbiaceae (11,31 %) et les Poaceae (11,31 %) sont les familles les plus représentées. *Andropogon tectorum* (6,15 %), *Uapaca togoensis* (6,15 %), *Andropogon africanus* (5,13 %), *Andropogon gayanus* (4,28 %), *Pterocarpus erinaceus* (4,28 %), et *Terminalia laxiflora* sont les espèces les plus abondantes. Les hémicryptophytes (37,10 %) et le mésophanérophytes (33,53 %) sont les types biologiques dominants. La végétation est dominée par les espèces de transition guinéo-congolaises/soudano-zambéziennes (20,35 %) et les espèces guinéo-congolaises (20,35 %) caractéristiques des mosaïques forêts-savanes. Les structures en diamètre sont en « L » illustrant une forte représentativité des individus jeunes dans les peuplements. L'impact du feu de végétation se traduit par la mortalité des individus et la faible régénération susceptible d'affecter la structure démographique et la couverture de la végétation. La mise en feu précoce permettrait de réduire la mortalité de la régénération et la dégradation des écosystèmes forestiers du PNFM.

Mots clés

Feu de végétation, diversité structurale, Aire protégée, Parc national Fazao-Malfakassa, Togo.

Abstract

This study in the Fazao-Malfakassa National Park (FMNP) contributes to the sustainable wildfire management in Togo. Specifically, it aims at: (i) assessing the impact of wildfire on the biodiversity and (ii) characterizing the demographic structure of woody plant communities in relation to wildfire occurence. Ecological, floristic and forest inventories were carried out each in 90 sample plots. The floras recorded was 226 species divided into 126 genera and 101 families. Leguminosae-Caesalpinioidae (11.31%), Euphorbiaceae (11.31%) and Poaceae (11.31%) were the most represented families. *Andropogon tectorum* (6.15%), *Uapaca togoensis* (6.15%), *Andropogon africanus* (5.13 %), *Andropogon gayanus* (4.28%), *Pterocarpus erinaceus* (4.28%) and *Terminalia laxiflora* (4.28%) were the most common plant species. Hemicryptophytes (37.10%) and mesophanerophytes (33.53%) were the dominant biological types. The landscape was dominated by transitional species, guinean-congolese/sudanese-zambézian (20.35%), and guinean-congolese species (20.35%), which are characteristic of the forest-savannah mosaic. Diameter structures are L-shaped, indicating a high proportion of juveniles trees in the stands. Wildfire effects are reflected in the mortality of individuals and low regeneration. Later effects should affect the demographic structure and land cover. Early burning should reduce regeneration mortality and forest ecosystem degradation in the FMNP.

Keywords

Wildfire, structural diversity, protected area, Fazao-Malfakassa National Park, Togo.

1. Introduction

Le changement net de la superficie forestière en Afrique est le plus important de toutes les régions du monde entre 2010 et 2020. La perte annuelle nette est estimée à 3,9 millions d'hectares (FAO 2021). La principale cause de cette déforestation est l'augmentation des besoins humains dus à l'augmentation sans cesse croissante de la population humaine. On note l'augmentation des zones d'habitation, d'espaces agraires et d'autres activités d'extractivisme (Ahononga et al. 2021; Akodéwou et al. 2020; Kombate et al. 2022). Les écosystèmes des aires protégées autrefois réputés comme des aires de conservation de la biodiversité en sont également affectés (Abdou et al. 2019; Dimobe et al. 2017; Kombate et al. 2023). En plus des causes précitées, les aires protégées sont constamment affectées par le feu de végétation dont l'impact sur la biodiversité et la couverture de la végétation est rapporté dans plusieurs études (Afelu et al. 2016b; Burkle et al. 2019; Kouassi et al. 2021; Koumoi 2019).

Une proportion de 59 % des aires protégées d'Afrique subsaharienne présentent une probabilité élevée à très élevée de présence de feux en saison sèche et 17 % présentent une probabilité faible à très faible (Grégoire and Simonetti 2008). Au Togo plus spécifiquement, les feux incontrôlés et tardifs sont aussi enregistrés dans plusieurs aires protégées (Konko et al. 2021; Koumoi 2019). Le passage régulier des feux de végétation est à la base de la perte de la biodiversité et donc nuisible à la conservation durable de la forêt. Face à ces effets néfastes, le gouvernement togolais a encouragé la pratique des feux précoces à travers des campagnes d'information, de sensibilisation et de formation du public afin de prévenir les incendies des forêts. Depuis 2010, le Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestières (MERF) a élaboré une stratégie nationale de gestion des feux de végétation dans le cadre du Programme de Renforcement de Capacités pour la Gestion de l'Environnement (PRCGE 2010). Malgré tout le dispositif mis en place, force est de constater que ce phénomène reste toujours récurrent et préoccupant notamment dans les aires protégées (Afelu et al. 2016b; Koumoi 2019).

Dans le cadre de la gestion des feux de végétation, plusieurs études ont été réalisées tout récemment. C'est le cas de la détermination des périodes de mise en feu de la végétation selon les zones écologiques (MERF 2017). Cette étude prend en compte les paramètres climatiques, floristiques et le contexte sociologique en vue de mieux proposer les périodes de mise en feu. On note aussi des études cartographiques sur l'occurrence du feu de végétation et la dynamique du feu de végétation (Afelu et al. 2016a; Konko et al. 2021). D'autres études montrent que l'occurrence du feu de végétation est fonction des caractéristiques floristiques, la disponibilité de la matière combustible et les conditions climatiques (Afelu et al. 2016b; Afelu and Kokou 2015). La mise en feu tardif et les feux incontrôlés entrainent une dynamique régressive des écosystèmes forestiers (Koumoi 2019). Le feu de

végétation reste par conséquent un paramètre important à prendre en compte dans la gestion des aires protégées surtout dans le contexte actuel des changements climatiques.

La présente étude est de contribuer à la gestion durable du Parc national Fazao Malfakassa. Spécifiquement, il s'agit de : (i) évaluer l'impact du feu de végétation sur la diversité floristique et (ii) caractériser la structure démographique de la strate ligneuse en fonction de l'incidence du feu de végétation.

2. Matériel et Méthode

2.1 Description du Parc National Fazao Malfakassa (PNFM)

La présente étude est menée dans le Parc National Fazao-Malfakassa (PNFM) dans la zone écologique II du Togo (Ern 1979). D'une superficie de 192 000 ha, il s'étend sur les préfectures de Tchaoudjo et de Sotouboua à l'est, la préfecture de la plaine du Mô à l'ouest, celle de Bassar au nord-ouest et la préfecture de Blitta au sud (Figure 1).

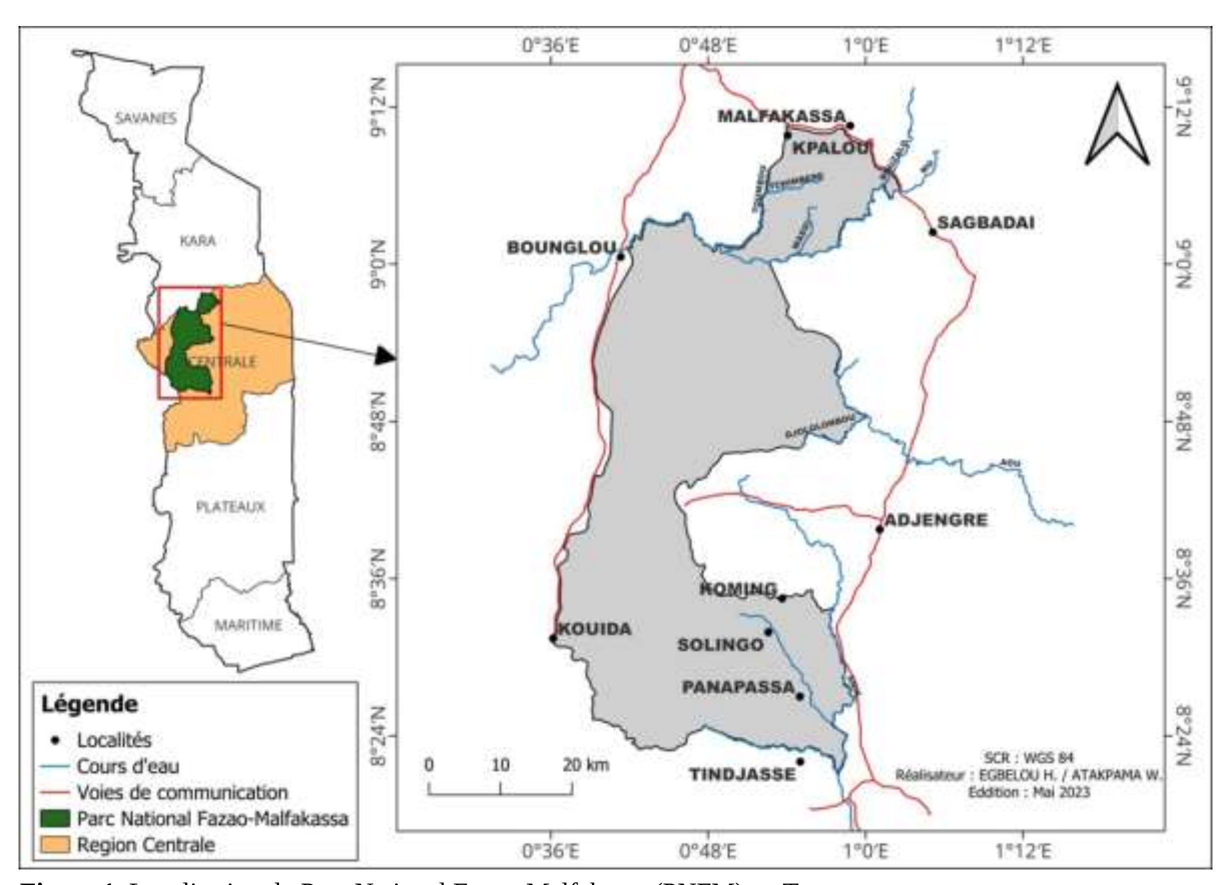


Figure 1. Localisation du Parc National Fazao-Malfakassa (PNFM) au Togo.

Le PNFM est l'un des plus importants et le plus grand parc national du Togo, l'unique zone protégée, représentatif des mosaïques forêts-savanes semi-montagnardes du Togo (Atsri et al. 2018). La création de ce parc remonte à 1975 suite au regroupement de la réserve de faune de Fazao (162 000 ha), classée par arrêté n° 425/51/EF du 15 avril 1951 et celle de Malfakassa (30 000 ha) classée par arrêté n° 372/54/EF du 19 juin 1954. Cependant, le PNFM a été envahi par les populations suite à l'exode des populations au cours des troubles socio-politiques *des* années 90. Des travaux en cours permettront de mieux se situer sur les zones à rétrocéder et les zones à considérer comme partie intégrante du Parc. Le relief montagneux, la diversité des formations végétales et la diversité et l'abondance de la faune font du PNFM une attraction touristique.

Le PNFM jouit d'un climat tropical humide. Le régime pluviométrique est unimodal avec une saison pluvieuse qui va de mai à

octobre et une saison sèche de novembre à avril. Inscrit dans la section centrale des Monts Togo, le PNFM présente une succession de vallées et de crêtes culminant à environ 860 m (massif de Kitili), aux flancs escarpés et abrupts. Le réseau hydrographique relativement dense est issu d'écoulements de montagne. Il est représenté essentiellement par la rivière Mô qui se jette dans l'Oti. Dans le PNFM, Mô, Kpewa, Kamasse, Timbou, Loukoulou, Kpaza, Koue, Kpawa et Kpéyi sont les plus importants cours d'eau.

2.2. Collecte des données

❖ Échantillonnage d'inventaire

À partir de la carte de l'occupation du sol de l'année 2020 du PNFM préalablement établie et à l'aide du logiciel QGIS 2.18, une grille de maille 2 km x 2 km a été générée. Sur cette grille, 10 quadrats ont été choisis en tenant compte de la diversité des classes d'occupation de sol et de l'accessibilité (Kombate et al. 2023). Deux transects perpendiculaires de direction nord-sud et est-ouest se croisant au milieu de chaque quadrat ont été conçus. Ensuite, le long de ces transects, les points d'inventaire équidistants de 200 m sont posés pour la collecte des données physiques : inventaire floristique, inventaire écologique et inventaire forestier (Kombate et al. 2023) (Figure 2). Au total, 90 placettes ont été échantillonnées. Au niveau de chaque point d'inventaire, une placette unitaire de forme rectangulaire de 50 m X 20 m et une sous placette carrée de 10 m X 10 m ont été installés (Polo-Akpisso et al. 2015). Les inventaires phytosociologiques des plantes ligneuses, les inventaires forestiers et la caractérisation écologique ont été menés dans la grande placette, tandis que les inventaires phytosociologiques des plantes herbacées et l'évaluation de la régénération ont été faits dans la petite placette.

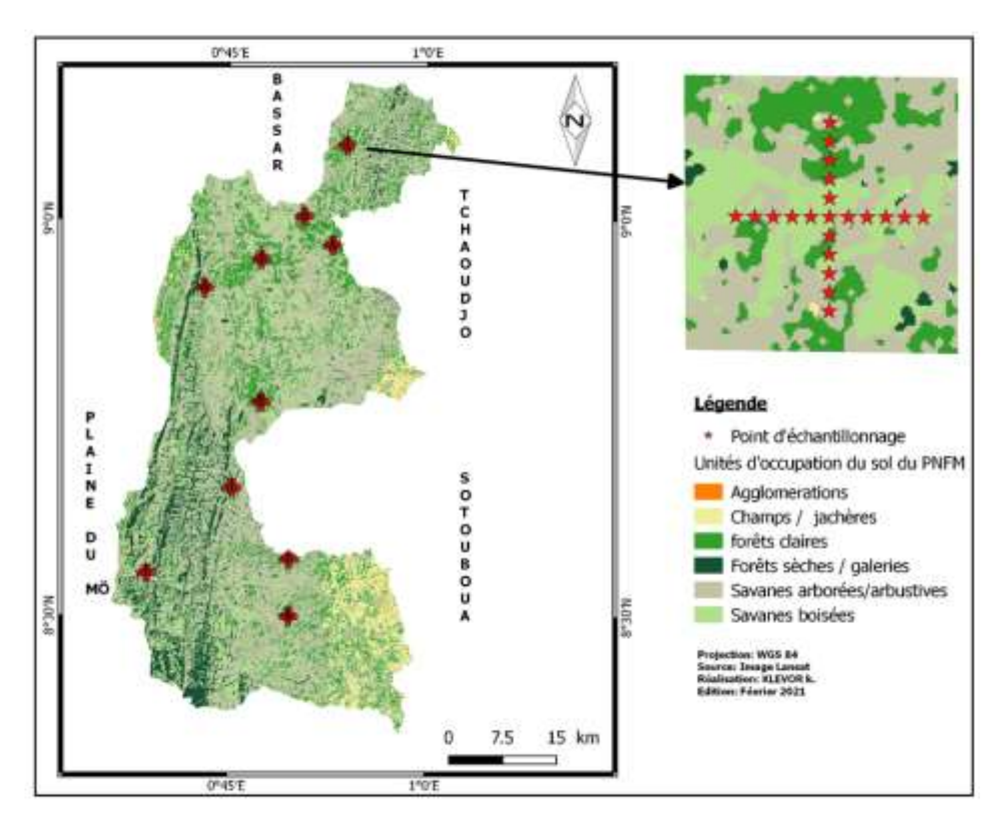


Figure 2. Répartition des points d'échantillonnage sur la carte de la végétation de 2021 du PNFM.

❖ Inventaire phytosociologique

L'inventaire phytosociologique a consisté à relever toutes les espèces ligneuses et herbacées présentes dans chaque placette en leur affectant un coefficient d'abondance-dominance (Braun-Blanquet 1932). Cette échelle est la plus utilisée dans la sous-région ouest-africaine dans les études sur la végétation (Mahamane 2005; Polo-Akpisso et al. 2015; Woegan et al. 2013). La reconnaissance des espèces s'est basée sur les flores analytiques du Togo (Brunel et al. 1984) et du Bénin (Akoégninou et al. 2006).

❖ **Inventaire forestier et régénération**

Les paramètres dendrométriques ont été relevés pour les ligneux dont le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) ≥ 10 cm (Kombate et al. 2023). Il s'agit de la hauteur totale, de la hauteur du fût et le diamètre à 1,30 m du sol. La mesure du diamètre a été réalisée à l'aide d'un ruban π. Les hauteurs ont été estimées par cotation visuelle. Dans la sous-placette de 10 m × 10 m, les ligneux ayant un DHP < 10 cm ont été comptés comme régénération potentielle (Dourma et al. 2019).

❖ **Inventaire écologique**

Les descripteurs écologiques pris en compte sont : les types de formations végétales, la situation par rapport au cours d'eau, l'incidence du feu de végétation, le degré de fermeture du couvert, la densité du peuplement ligneux et les actions anthropiques. Les activités humaines sont représentées par les perturbations telles que la coupe du bois, la chasse, la pêche, la récolte des produits forestiers non ligneux. Les espèces pyrophytes et les espèces dominantes ont été aussi enregistrées. L'incidence du feu dans une placette a été déterminée par les impacts des feux sur les arbres et le sous-bois (non brûlé = troncs d'arbres blancs, plantes herbacées et bois morts non brûlés ; partiellement brûlée = peu de troncs noircis, peu de bois morts et d'herbacées brûlées ; feu très fréquent = plusieurs troncs d'arbres calcinés, plusieurs arbres morts, présence de cendres, de souches de graminées brûlées, des herbacées régulièrement brûlées, présence de géophytes) (Atsri et al. 2018).

2.3. Analyse des données

❖ **Analyses multivariées**

Les données collectées ont été saisies dans le tableur Microsoft Excel 16. Les espèces recensées sont regroupées par famille, par genre, par type biologique et type phytogéographique. Ensuite, la matrice « Relevés x Facteurs écologiques » a été établie. Les facteurs écologiques considérés sont : la topographie (situation par rapport au cours d'eau), le type de formation végétale, la texture du sol, la densité du peuplement ligneux, le degré de couverture de la végétation, l'érosion, la présence d'espèce pyrophyte et les incidences du feu de végétation. Cette matrice est ensuite soumise à une classification hiérarchique ascendante (CAH) suivant la méthode de Ward's (Cruz et al. 2010) en se servant du logiciel Community Analysis Parckage (CAP 2.15). Cette analyse a permis de discriminer les relevés en fonction des facteurs écologiques.

❖ **Évaluation de la diversité**

La détermination de la diversité a été faite sur la base de la richesse spécifique (*Rs*), la fréquence relative des espèces (*Fr*), l'indice de la diversité de Shannon (*H'*), l'équitabilité de Piélou (*E*), l'indice de valeur d'importance des familles (*FIV*) et l'indice de valeur d'importance des espèces (*IVI*) (Folega et al. 2017; Magurran 2004). Ces indices de diversité ont été déterminés pour chaque groupement discriminé.

- **Indice de la diversité de Shannon (H') :**

$H' = -\sum_{i=1}^{s}(\frac{Ni}{N})\ x \log_2\left(\frac{Ni}{N}\right)$ (1), Ni = nombre de relevés dans lesquels est présente l'espèce i ; N = nombre total de relevés ; S = nombre d'espèces.

- **Indice d'équitabilité de Piélou (*E*)** est le rapport entre la diversité observée (*H'*) et la diversité maximale (*Hmax*) possible en considérant le nombre d'espèces (*Rs*).

$E = \frac{H'}{Hmax}$. (2) avec *Hmax = log (Rs)*

La valeur de *H'* est élevée quand le nombre d'espèces de la collection est important ou présente des fréquences peu différentes entre les espèces rencontrées. La valeur maximale de *E* est 1. Plus les espèces rencontrées ont des fréquences similaires, plus Eq se rapproche de zéro. À l'inverse, une valeur proche de 1 correspond à un ensemble de relevés avec quelques espèces très dominantes ou des espèces rares (Magurran 2004).

- **Indice de la Valeur d'Importance des espèces (IVI_{sp}) :**

IVI_{sp} d'une espèce est la somme de sa fréquence relative (Fr_{sp}), densité relative (Dr_{sp}) et dominance relative (Dor_{sp}).

$$IVI_{sp} = Fr_{sp} + Dr_{sp} + Dor_{sp} \quad (3)$$

La fréquence relative est le rapport entre le nombre de relevés dans lesquels l'espèce est présente (ni) et le nombre total de relevés

(n) : $Fr_{sp} = \frac{ni}{n} x100$. La densité relative (Drsp) est le rapport entre le nombre d'individus de l'espèce i et le nombre total d'individus dans le groupement : $Dr_{sp} = \frac{Ni}{N} \times 100$, *Ni* : nombre d'individus de l'espèce i, N : nombre total d'individus de toutes les espèces. La dominance relative est calculée suivant les relations : $Dor_{sp} = \frac{gi}{Gt} x100$, gi = surface terrière totale des individus de l'espèce i et *Gt* = surface terrière totale de toutes les espèces.

- **Indice de la Valeur d'Importance des Familles (*FIV*)**

FIV est la somme de la dominance relative (*Dor*), de la densité relative (*Dr*) et diversité relative (*Dir*) (Padakale et al. 2015).

$$FIV = Dor + Dr + Dir \quad (4)$$

La dominance relative (*Dor*) est le rapport entre la surface terrière des individus de DHP ≥ 10 cm de chaque famille et celle de tous les individus. La densité relative (*Dr*) est représentative du nombre d'individus de chaque famille par rapport à l'ensemble des individus mesurés. La diversité relative (*Dir*) est représentative du nombre d'espèces de chaque famille par rapport à la diversité globale.

❖ **Caractérisation structurale des formations ligneuses**

Chaque groupement discriminé est caractérisé par les paramètres dendrométriques tels que la densité moyenne (D, tiges/ha), la hauteur moyenne de Lorey (H_L, m), le Diamètre moyen (*Dm* en cm) et la surface terrière (G, m²/ha) (Atakpama et al. 2023).

- **Densité totale (*D*)** des ligneux :

$D = \frac{n}{S}$ (5), n = nombre de pieds par relevé et S = aire de relevée en hectare

- **Diamètre moyen (*Dm*)** des arbres (cm) :

$Dm = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} di^2}$ (6), *n* = nombre de pieds ; *di* = diamètre à 1,30 m de l'arbre i

- **Hauteur moyenne de Lorey** (H_L), la moyenne des hauteurs des arbres inventoriés a été pondérée par la surface terrière (Philip 2002) :

$H_L = \frac{\sum_i^n gihi}{\sum_i^n gi}$ $avec\ gi = \frac{\pi}{4} d^2$ (7), *gi* = surface terrière de l'arbre i ; hi = hauteur de l'arbre

- **Surfaces terrières (*G*)** des ligneux :

$G = \frac{\pi}{4S}\sum_{i=1}^{n} 0{,}0001 di^2$ (8), *di* = diamètre en m à 1,30 m du sol de l'arbre i, *S* = aire de la placette unitaire en hectare

- **Taux de régénération (Tx) :**

$Tx = \frac{n}{n+N} x100$ (9), n = nombre d'individus à DHP < 10 cm ; N = nombre de pieds à DHP ≥ 10 cm.

Si *Tx* < 25% la régénération est faible, 25% < *Tx* <50% la régénération est moyenne et *Tx* > 50% la régénération est abondante (Atakpama et al. 2017).

Les histogrammes et les courbes de la structure démographique sont réalisés dans Excel. Cette structure démographique est faite suivant les 3 paramètres de distribution de Weibull calculés avec le logiciel Minitab 16. Elle se base sur la fonction de densité de probabilité définie par Rondeux (1999), se présentant sous la fonction :

$$F(x) = \frac{c}{b}\left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} e^{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^{c}} \quad (10)$$

« *x* » est le diamètre des arbres et « a », le paramètre de position. « a » est égal à 0 si toutes les catégories d'arbres sont considérées (des plantules jusqu'aux semenciers lors de l'inventaire). Il est non nul si les arbres considérés ont un diamètre ou hauteur supérieur ou égal à « a ». Dans le cadre de cette étude a = 10 cm pour les diamètres et a = 2 m pour la hauteur. « b » est le paramètre d'échelle ou de taille. Il est lié à la valeur centrale des diamètres ou hauteurs des arbres du peuplement considéré. « c » est le paramètre de forme lié à la structure en diamètre ou hauteur considérée.

3. Résultats

3.1. Diversité floristique

Les études botaniques menées dans le PNFM ont permis de recenser 226 espèces réparties en 126 genres et 101 familles, dont 178 espèces ligneuses et 48 espèces herbacées. La flore est répartie en Monocotylédones (24) et dicotylédones (201) et Ptéridophytes (1). Les 6 familles les plus abondantes sont : les Leguminosae-Caesalpiniodeae, les Euphorbiaceae et les Poaceae qui occupent respectivement (11,31 % chacune) suivit des Combretaceae, Leguminosae-Faboideae et Leguminosae-Mimosoideae (7,87 % chacune). Les autres familles (42,48 %) sont moins représentées (Figure 3). Les familles les plus représentées en termes de nombre d'espèces sont : les Poaceae (16 espèces), les Fabaceae (14 espèces), les Rubiaceae (12 espèces), les Caesalpinioiceae (11 espèces) et les Combretaceae (11 espèces).

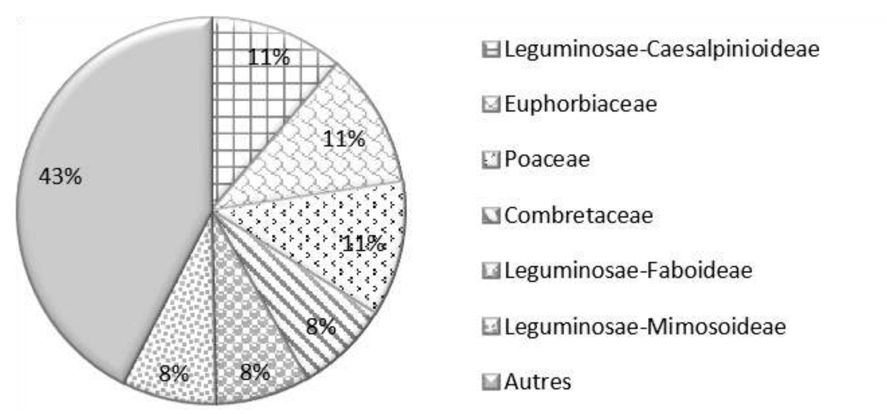


Figure 3. Spectre brut des familles

La flore de la végétation du PNFM est dominée par : *Andropogon tectorum* Schum. & Thonn. (6,15 %), *Uapaca togoensis* Pax. (6,15 %), *Andropogon africanus* Franch. (5,13 %), *Andropogon gayanus* Kunth var. gayanus (4,28 %), *Pterocarpus erinaceus* Poir. (4,28 %), et *Terminalia laxifolia* Engl. (4,28 %). Les autres espèces ont été représentées par moins de 3,54 %. Les Caesalpinioiceae (14,12 %), les Euphorbiaceae (14,12 %) suivit des Combretaceae, Fabaceae, Mimosaceae respectivement (9,83 %), et les Dipterocarpaceae (8,11 %) sont les familles des espèces ligneuses les plus importantes dans le PNFM (Figure 4a). Les espèces ligneuses les plus abondantes sont : *U. togoensis* Pax. (9,37 %), *P. erinaceus* (6,52 %), *T. laxiflora* (6,52 %), *Isoberlinia doka* Craib & Stapf (5,38 %), *Monotes. kerstingii* Gilg. (5,38 %), *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalz. B. (4,81 %).

Les familles les plus importantes des herbacées les plus abondantes sont : les Poaceae (51,57 %), les Acanthaceae (29,61 %), les Asteraceae (4,52 %), les Aspleniaceae (4,52 %) (Figure 4b). Les espèces herbacées les plus dominantes sont : *A. tectorum* (17,60 %), *A. africanus* (14,39 %), *A. gayanus* (12,25 %), *Loudetia flavida* (Stapf) C.E. Hubbard (10,11 %), *Phaulopsis imbrica (Forssk.) Sweet* (10,11 %), *Pennisetum polystachion* (L.) Schult.subsp (9,04 %) *et Panicum maximum* Jacq. (7,75 %).

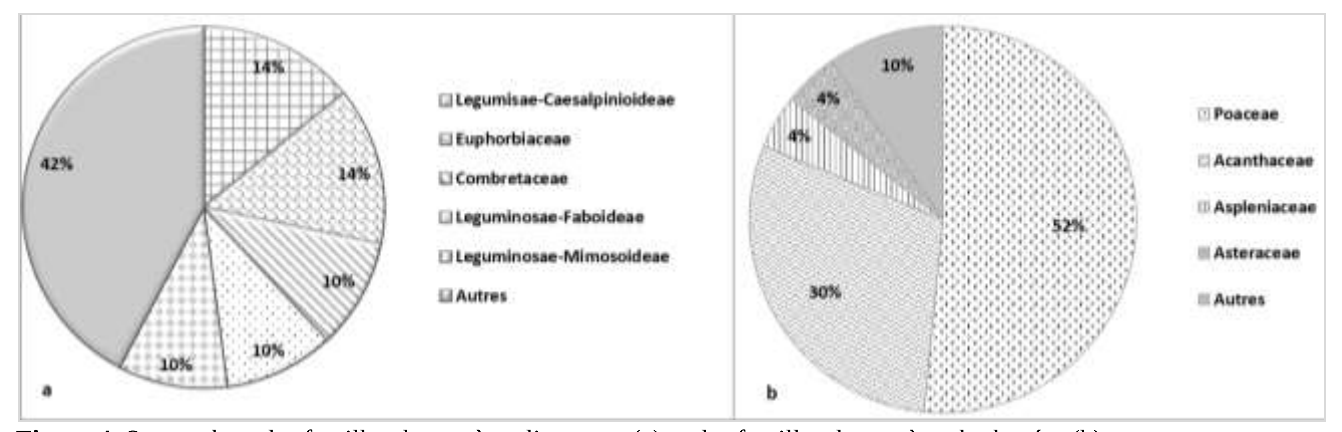


Figure 4. Spectre brut des familles des espèces ligneuses (a) et des familles des espèces herbacées (b)

Le spectre biologique (Figure 5) montre une dominance des hémicryptophytes, des mésophanérophytes et des microphanéro-

phytes. La tendance reste identique en considérant le spectre brut comme le spectre pondéré. Ils sont suivis des nanophanérophytes, des thérophytes et des chaméphytes. Les autres types biologiques sont très peu représentés.

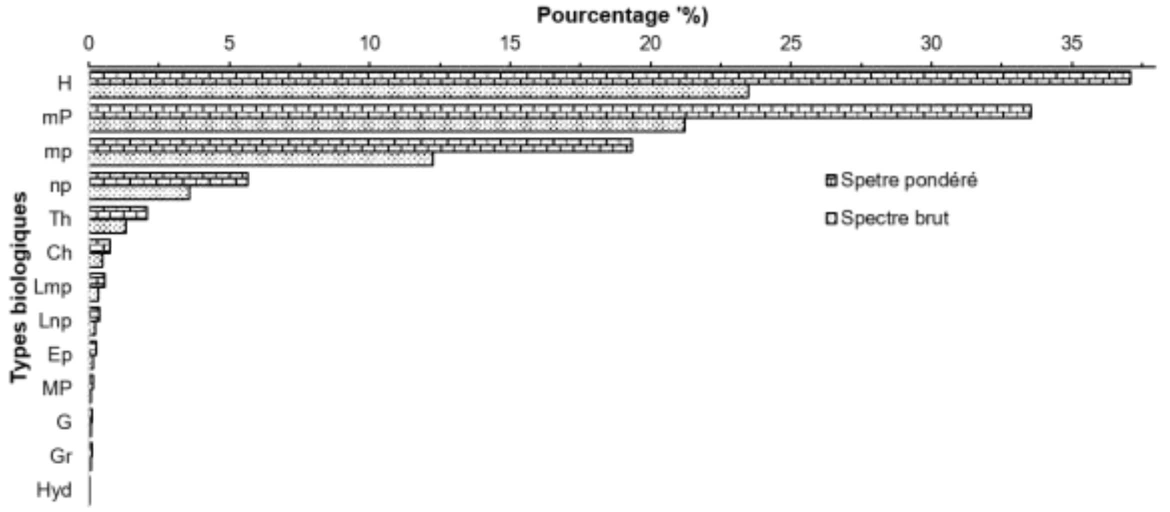


Figure 5. Spectre biologique de la flore recensée
MP = mégaphanérophyte, mP = mésophanérophyte, mp = microphanérophyte, np = nanophanérophyte, Lmp = liane microphanérophyte, Lnp = liane nanophanérophyte, Ch = Chaméphyte, G = géophyte, Gr = géophyte rhyzomateux, Th = thérophyte, H = hémicryptophyte

Le spectre phytogéographique montre une dominance des espèces soudano-zambéziennes avec respectivement (20,19 %) et des espèces guinéo-congolaises dans la zone d'étude. Le spectre bute montre la quasiabsence des espèces introduites tandis que le spectre pondédéré ressort une forte présence des espèces introduites. Ces espèces sont représentées par les plantes introduites, dont l'herbe du Laos (*Chromolaena* odorata) (Figure 6).

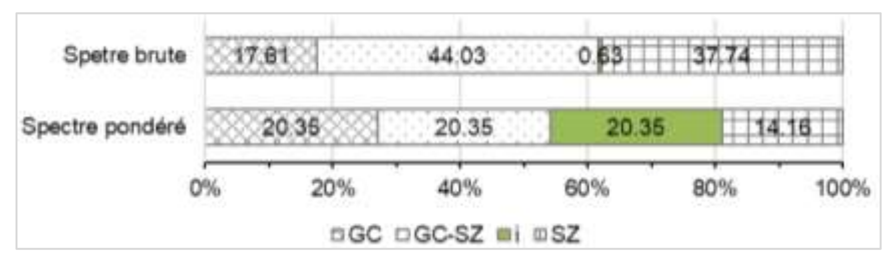


Figure 6. Spectre phytogéographique des éléments de la flore recensée
GC = guinéo-congolaise, SZ = soudano-zambézien, GC-SZ = Espèces de transition entre GC et SZ

3.2. Typologie des formations ligneuses

La classification hiérarchique ascendante (CAH) a permis de discriminer deux (2) grands groupes au seuil de 3,52 % (Figure 7). G1 est subdivisé en deux (2) sous-groupes au seuil de 1,73 % selon le dendrogramme : G1a et G1b. Les groupes obtenus sont : Savanes boisées (G1a), Forêts claires (G1b). Le groupe G2 est subdivisé en trois (3) sous-groupes : G2a savanes arborées de versant, G2b forêt claire de mi-versant et G2c savanes arborées/arbustives de haut versant et de mi-versant.

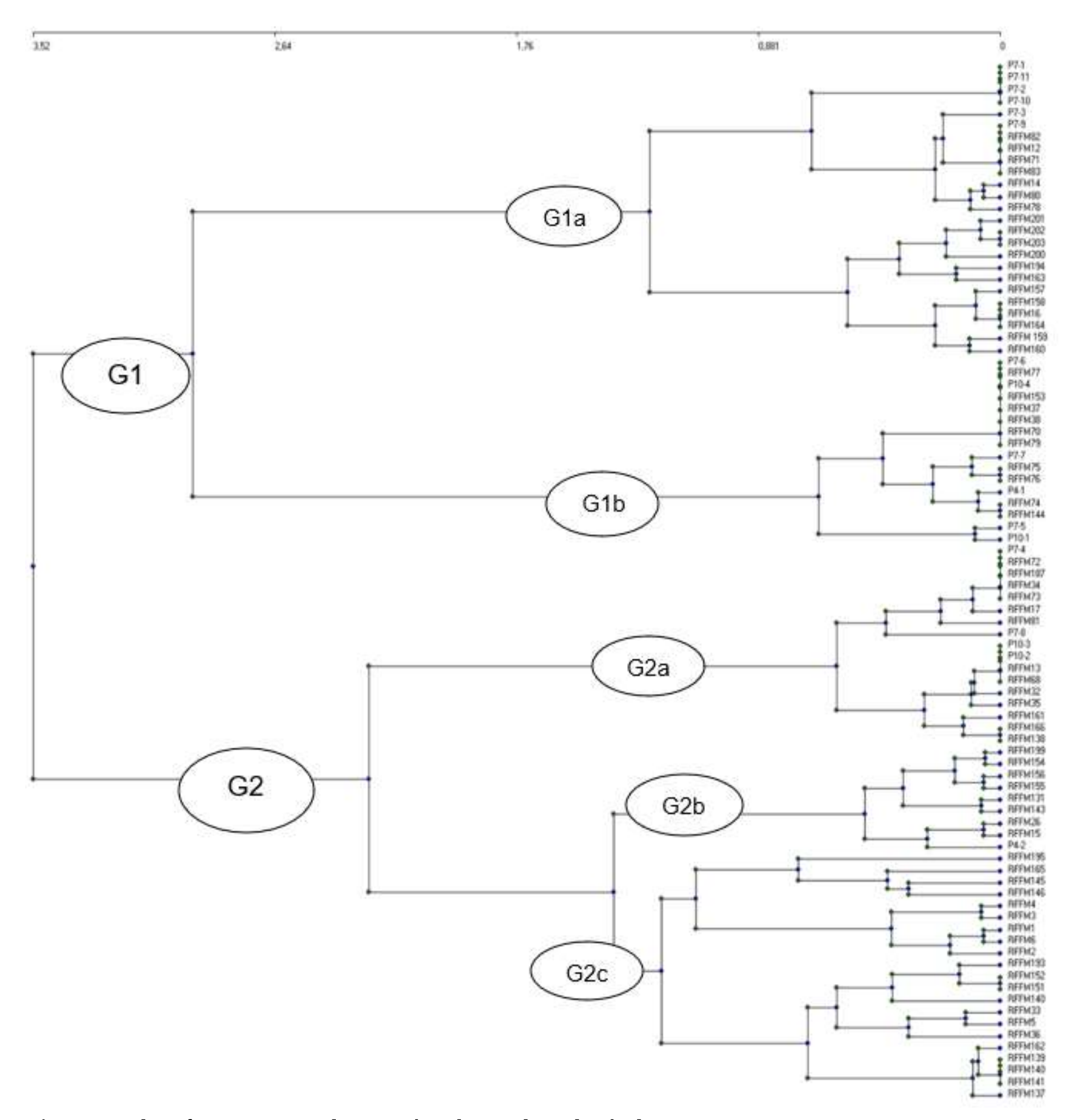


Figure 7. Classification Ascendante Hiérarchique des relevés du PNFM

❖ Savanes boisées de bas versant

G1a est constitué de 25 relevés moyennement à fréquemment affectés par le feu de végétation. Ce groupement se retrouve le long des berges de cours d'eau en bas de versant et sur les replats. Le sol est argilo-limoneux et gravillonnaire par endroits. On observe parfois des blocs isolés, de petites plaques en cuirasses ou sans cuirasses. La richesse spécifique est de 93 espèces réparties en 42 familles, 82 genres. Il a été identifié 74 espèces ligneuses et 19 espèces herbacées. La proportion ligneux/herbacées est de 79,56 % pour les ligneux et 20,44 % pour les herbacées. Les espèces herbacées les plus abondantes sont : *A. gayanus* (25,51 %), *A. africanus* (18,82 %), *P. maximum* (15,61 %), *P. imbricata* (11,69 %), *A. tectorum* (9,90 %), *L. flavida* (7,23 %). L'indice de diversité de Shannon est 3,71 bits et l'équitabilité de Pielou est 0,70. Suivant les IVI, les espèces ligneuses caractéristiques sont par ordre : *I. doka, U. togoensis, V. paradoxa, M. kummel, Parinari curatellifolia* Planch., *Burkea africana* Hook. (Tableau 1). Les familles les plus représentatives suivant les FIV sont : les Leguminosae-Caesalpiniaceae, les Euphorbiaceae, les Sapotaceae, les Combretaceae, les Chrysobalanaceae et les Ochnaceae (Tableau 2).

Tableau 1. Indices de valeurs d'importance des espèces les plus importantes (IVI esp)

Espèces	Rdo (%)	Rde (%)	FR (%)	IVI (%)
Isoberlinia doka	7,61	33,49	33,01	74,11
Uapaca togoensis	18,27	8,74	8,25	35,26
Vitellaria paradoxa	17,05	7,28	6,80	31,80
Parinari curatellifolia	12,26	6,80	6,31	25,37
Burkea africana	4,65	6,31	5,83	16,79
Daniellia oliveri	4,61	6,31	5,83	16,75
Lophira lanceolata	3,76	1,00	5,83	10,59

Rdo = Dominance relative ; Rde = Densité relative ; FR = Fréquence relative

Tableau 2. Indices des valeurs d'importances des familles les plus importantes (FIV)

Familles	Rdo (%)	Rde (%)	Rdi (%)	FIV (%)
Leguminiosae-Caesalpiniaceae	17,87	32,49	52,01	102,37
Euphorbiaceae	25,89	8,74	9,22	43,85
Sapotaceae	18,27	7,28	8,25	33,80
Combretaceae	17,49	6,80	7,77	32,06
Chrysobalanaceae	7,61	6,31	6,80	20,72
Ochnaceae	3,82	6,31	6,31	16,44

Rdo = Dominance relative ; Rde = Densité relative ; Rdi = Diversité relative

Dans ce groupe, le nombre de pieds calcinés représente 118 pieds/ha. Les espèces pyrophytes représentent en moyenne 7 pieds/ha et celui des arbres morts 16 pieds/ha. Le diamètre moyen est de 24,40 ± 1,91 cm et celle de la hauteur représente en moyennent 14,97 ± 0,34 m. La surface terrière est de 3,85 ± 0,06 m²/ha.

- **Forêts claires à Isoberlinia doka et Isoberlinia tomentosa**

Composé de 16 relevés de forêts claires moyennement brûlées, le groupement G1b se retrouve sur des sols sablo-argileux et gravillonnaires. On observe des cuirasses en plaques continues. La florule est de 54 espèces réparties en 27 familles dont 43 espèces ligneuses et 11 espèces herbacées. La proportion ligneux/herbacées est de 79,63 % pour les ligneux et 20,37 % pour les herbacées. Les espèces herbacées les plus caractéristiques sont : *A. gayanus* (36,27 %), *L. flavida* (36,27 %) et *A. tectorum* (11,76 %). L'indice de diversité de Shannon est 3,36 bits et l'équitabilité de Pielou est 0,63. Suivant les IVI, les espèces ligneuses les plus caractéristiques sont par ordre : *I. doka, I. tomentosa, M. kerstingii, V. paradoxa, U. togoensis, L. acida, P. erinaceus* (Tableau 3). Suivant les FIV, les familles les plus représentées sont : les Leguminosae-Caesalpinioideae, Dipterocarpaceae, Euphorbiaceae, les Sapotaceae, les Anacardiaceae et les Leguminosae-Faboideae (Tableau 4).

Tableau 3. Indices de valeurs d'importance des espèces les plus importantes (IVIesp)

Espèces	Rdo (%)	Rde (%)	FR (%)	IVI (%)
Isoberlinia doka	10,48	28,10	50,11	88,69
Isoberlinia tomentosa	18,27	20,48	20,10	58,85
Monotes kerstingii	17,05	9,05	8,61	34,71
Vitellaria paradoxa	10,26	8,57	8,13	26,96
Uapaca togoensis	4,65	8,10	7,66	20,41
Lannea acida	7,61	5,71	5,26	18,58
Pterocarpus erinaceus	3,76	4,76	4,31	12,83

Rdo = Dominance relative ; Rde = Densité relative ; FR = Fréquence relative

Tableau 4. Indices des valeurs d'importances des familles les plus importantes (FIV)

Familles	Rdo (%)	Rde (%)	Rdi (%)	FIV (%)
Leguminosae-Caesalpinioideae	10,56	20,10	56,19	86,85
Dipterocarpaceae	25,89	20,48	20,61	52,08
Euphorbiaceae	18,27	9,05	24,24	44,76
Sapotaceae	17,49	8,57	15,45	37,13
Anacardiaceae	7,61	8,10	4,85	14,05
Leguminosae-Faboideae	3,82	5,71	6,67	11,54
Meliaceae	7,31	4,76	1,52	10,45

Rdo= Dominance relative ; Rde= Densité relative ; Rdi= Diversité relative

Les espèces pyrophytes représentent en moyenne 4 pieds/ha. La densité de pieds calcinés est 25 pieds/ha et celui des arbres morts représentent en moyennement 25 pieds/ha. La densité est de 131 pieds/ha. Le diamètre moyen est de 18,53 ± 1,09 cm et celle de la hauteur moyenne représente 13,56 ± 0,54 m. La surface terrière est 3,52 ± 0,03 m²/ha.

❖ Savanes boisées de versant

G2a est constitué de 17 relevés de savanes arborées de versants, moyennement brûlées. La florule est de 50 espèces réparties en 24 familles, 44 genres (42 espèces ligneuses et 8 espèces herbacées). Les espèces herbacées les plus abondantes sont : *A. gayanus* (36,62 %), *L. flavida* (26,38 %), *A. tectorum* (26,25 %), *Loudetia arundinacea* (Hochst.ex A.Rich.) (4,61 %). L'indice de diversité de Shannon est 3,68 bits et l'équitabilité de Pielou est 0,73. Suivant les IVI, les espèces caractéristiques sont par ordre : *I. doka*, *V. paradoxa*, *Pseudocedrela kotschyi* (Schweinf.), *Terminalia macroptera* Guill. ex Perr, *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalz (Tableau 5). Les familles les plus représentatives suivant les FIV sont : les Legumoinosae-Caesalpiniaceae, les Sapotaceae, Meliaceae, les Combretaceae et les Anacardiaceae (Tableau 6).

Tableau 5. Indices de valeurs d'importance des espèces les plus importantes (IVIesp)

Espèces	Rdo (%)	Rde (%)	FR (%)	IVI (%)
Isoberlinia doka	10,48	50,44	10	70,92
Vitellaria paradoxa	18,27	2,25	24,24	44,76
Pseudocedrela kotschyi	21,05	1,59	11,51	34,16
Terminalia macroptera	12,26	1,14	3,33	16,74
Daniellia oliveri	4,65	1,70	9,40	15,75
Detarium microcarpum	7,61	1,59	4,85	14,05
Burkea africana	3,76	1,00	6,36	11,13

Rdo = Dominance relative ; Rde = Densité relative ; FR = Fréquence relative

Tableau 6. Indices des valeurs d'importances des familles les plus importantes (FIV)

Familles	Rdo (%)	Rde (%)	Rdi (%)	FIV (%)
Leguminosae-Caesalpinioideae	10,56	50,48	10,30	70,34
Sapotaceae	25,89	5,59	20,61	52,08
Meliaceae	18,27	2,25	24,24	44,76
Combretaceae	17,49	4,18	15,45	37,13
Anacardiaceae	7,61	1,59	4,85	14,05
Chrysobalanaceae	3,82	1,05	6,67	11,54
Ebenaceae	7,31	1,63	1,52	10,45

Rdo = Dominance relative ; Rde = Densité relative ; Rdi = Diversité relative

Les espèces pyrophytes représentent en moyenne 6 pieds/ha. La densité de pieds calcinés est 57 pieds/ha et celui des arbres morts représente en moyenne 17 pieds/ha. La densité est de 92 pieds/ha. Le diamètre moyen est de 18,88 ± 1,66 cm pour une hauteur moyenne de13,18 ± 0,51 m et une surface terrières de 2,57 ± 0,03 m²/ha.

❖ Forêts claires à *Uapaca togoensis* de mi-versant

G2b est constitué de 9 relevés essentiellement les forêts claires ripicoles de mi-versant moyennement brûlé. La florule est de 78 espèces réparties en 36 familles, 73 genres. La proportion ligneux/herbacées est de 78,21 % pour les ligneux et 21,79 % pour les

herbacées. Les espèces herbacées les plus caractéristiques sont *: A. africanus* (44,64 %), *A. gayanus* (16,52 %), *P. imbricata* (15,63 %). L'indice de diversité de Shannon est de 2,55 bits et l'équitabilité de Pielou 0,58. Suivant les IVI, les espèces les plus caractéristiques sont par ordre *: U. togoensis, I. tomentosa, K. senegalensis, L. acida, V. paradoxa, I. doka* (Tableau 7). Les familles les plus représentées suivant les FIV sont : les Euphorbiaceae, les Leguminosae-Caesalpinioideae, les Anacardiaceae, les Sapotaceae, les Meliaceae, les Ochnaceae et les Combretaceae (Tableau 8).

Tableau 7. Indices de valeurs d'importance des espèces les plus importantes (IVIesp)

Espèces	Rdo (%)	Rde (%)	FR (%)	IVI (%)
Uapaca togoensis	4,48	60,44	10	74,92
Isoberlinia tomentosa	18,27	2,25	24,24	44,76
Khaya senegalensis	21,05	1,59	11,51	34,16
Lannea acida	12,26	1,14	3,33	16,74
Vitellaria paradoxa	4,65	1,70	9,40	15,75
Isoberlinia doka	7,61	1,59	4,85	14,05
Lophira lanceolata	3,76	1,00	6,36	11,13

Rdo= Dominance relative ; Rde= Densité relative ; FR= Fréquence relative

Tableau 8. Indices des valeurs d'importances des familles les plus importantes (FIV)

Familles	Rdo (%)	Rde (%)	Rdi (%)	FIV (%)
Euphorbiaceae	5,56	60,48	10,30	76,34
Leguminosae-Caesalpiniaceae	25,89	5,59	20,61	52,08
Anacardiaceae	18,27	2,25	24,24	44,76
Sapotaceae	17,49	4,18	15,45	37,13
Meliaceae	7,61	1,59	4,85	14,05
Ochnaceae	3,82	1,05	6,67	11,54
Combretaceae	7,31	1,63	1,52	10,45

Rdo = Dominance relative ; Rde = Densité relative ; Rdi = Diversité relative

En moyenne, on estime à 25 pieds/ha le nombre d'arbres calcinés, 8 pieds/ha d'arbres morts et 9 pieds/ha de pyrophytes. La densité des pieds vivants est de 83 pieds/ha. Le diamètre moyen est 24,52 ± 1,41 cm pour une hauteur moyenne de 14,52 ± 0,45 m et une surface terrière de 4,35 ± 0,09 m²/ha.

❖ Savanes arborées/arbustives à Uapaca togoensis

G2c regroupe 21 relevés savanes arborées et arbustives retrouvées en haut de versant et mi-versant. La végétation est très fréquemment affectée par le feu de végétation. La florule est de 94 espèces réparties en 37 familles, 83 genres. On dénombre 66 espèces ligneuses et 28 espèces herbacées. La proportion ligneux/herbacées est de 70,21 % pour les ligneux et 29,79 % pour les herbacées. Les espèces herbacées les plus caractéristiques sont : *A. tectorum* (25,28 %), *A. gayanus* (18,98 %), *Pennisetum polystachion L.* (14 %), *A. africanus* (12,01 %), *P. maximum* (12,01 %). L'indice de diversité de Shannon est 4,15 bits et l'équitabilité de Pielou est 0,87. Suivant les IVI, les espèces les plus caractéristiques sont : *U. togoensis, M. kerstingii, P. erinaceus, L. acida, A. leiocarpus, I. doka, D. oliveri* (Tableau 9). Sur la base des FIV, les familles les plus représentées sont : les Leguminosae-papilionoideae, les Combretaceae, les Sapotaceae, les Leguminosae-Caesalpinioideae, les Ochnaceae, les Rubiaceae et les Moraceae (Tableau 10).

Tableau 9. Indices de valeurs d'importance des espèces les plus importantes (IVIesp)

Espèces	Rdo (%)	Rde (%)	FR (%)	IVI (%)
Uapaca togoensis	10,48	55,44	10	75,92

Monotes kerstingii	18,27	2,25	24,24	44,76
Pterocarpus erinaceus	21,05	1,59	11,51	34,16
Lannea acida	12,26	1,14	3,33	16,74
Anogeissus leiocarpa	4,65	1,70	9,40	15,75
Daniellia oliveri	7,61	1,59	4,85	14,05
Isoberlinia doka	3,76	1,00	6,36	11,13

Rdo= Dominance relative ; Rde= Densité relative ; FR= Fréquence relative

Tableau 10. Indices des valeurs d'importances des familles les plus importantes (FIV)

Familles	Rdo (%)	Rde (%)	Rdi (%)	FIV (%)
Combretaceae	10,56	50,48	10,30	72,34
Leguminosae-Caesalpiniaceae	25,89	5,59	20,61	52,08
Sapotaceae	18,27	2,25	24,24	44,76
Meliaceae	17,49	4,18	15,45	37,13
Anacardiaceae	7,61	1,59	4,85	14,05
Euphorbiaceae	3,82	1,05	6,67	11,54
Rubiaceae	7,31	1,63	1,52	10,45

Rdo = Dominance relative ; Rde = Densité relative ; Rdi = Diversité relative

On note une densité de 56 pieds/ha. On a en moyenne 48 pieds/ha d'arbres calcinés, 9 pieds/ha d'arbres morts et 3 pieds/ha de pyrophytes. La hauteur moyenne représente 12,07 ± 3,90 m et la surface terrière 2,64 ± 0,07 m²/ha. Le diamètre moyen est de 24,48 ± 1,13 cm.

3.3. Structure démographique de la végétation

La distribution des classes de diamètre montre une structure en « L ». La classe de diamètre 10-20 cm est la plus représentée dans les cinq groupements (Figure 8). Les effectifs des individus de grands diamètres sont très faiblement représentés. La valeur du coefficient de forme de Weibull de ces groupes est comprise entre 0,90 ≤ c ≤ 1,13.

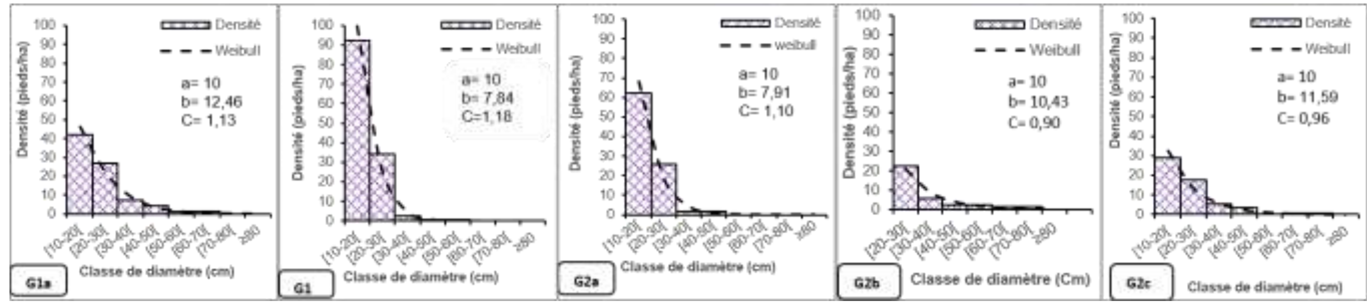


Figure 8. Structure en diamètre des formations ligneuses.

La répartition des tiges par classes de hauteur présente une structure en « cloche » disymétrémique (Figure 9). La valeur du coefficient de forme de Weibull de ces groupes est comprise entre 1 < c < 3,6. On note une forte représentativité des individus de hauteur comprise dans l'intervalle [10-12[au niveau des groupes G1a (savanes boisées), G2a (savanes arborées de versant), et G2b (forêts claires de mi-versant). Le groupe G1b (forêts claires) présente une dominance des individus de hauteur comprise dans l'intervalle [14-16[. En ce qui concerne le groupe G2c (savanes boisées/arbustives de haut versant), les tiges les plus représentées sont concentrées dans la classe de hauteur comprise dans l'intervalle [8-10[.

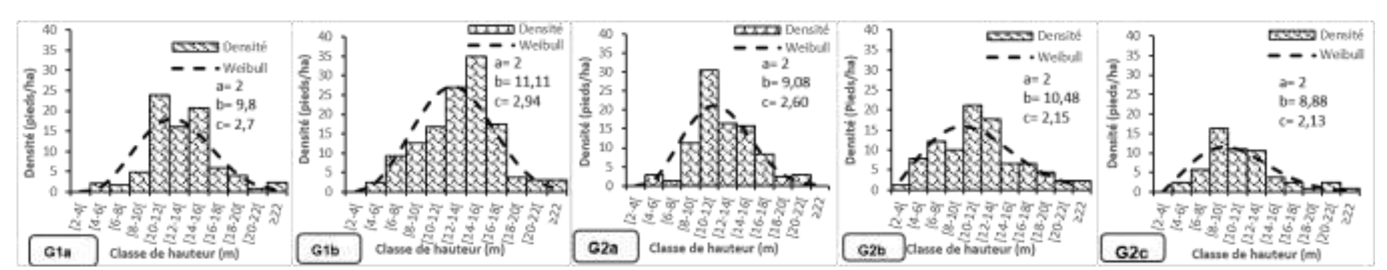


Figure 9. Structure en hauteur des formations ligneuses.

3.4. Régénération

La densité de régénération des formations ligneuses du PNFM est estimée à 86 pieds/ha et le taux global de régénération à 50 %. Le taux de régénération est plus faible au niveau des savanes arborées de versant et les forêts claires de mi-versant. Par contre elle est élevée dans les savanes arborées/arbustives de haut versant et mi versant, les savanes boisées et les forêts claires à *Isoberlinia doka* et *Isoberlinia tomentosa*.

Dans les formations boisées (G1a) fréquemment brûlées, la densité de régénération est de 104 pieds/ha avec un taux de régénération de 55,70 %. Les espèces les plus abondantes dans la régénération sont : *P. curatellifolia* (11,53 %), *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn. (8,11 %), *Crossopteryx febrifuga* (Afzel.ex G.Don) Benth. (7,36 %), *Detarium microcarpum* (9,09 %), *Uvaria chamae* P. Beauv. (6,95 %), *V. paradoxa* (6,18 %), *T. laxifolia* (5,41 %), *P. erinaceus* (5,01 %).

Dans le G1b forêts claires moyennement affectées par le feu, la densité de régénération est de 71 pieds/ha avec un taux de régénération de 50,87 %. Les espèces les plus abondantes sont : *Gardenia aqualla* Stapf. & Hutch. (24,78 %), *I. doka* (13,27 %), *V. paradoxa* (9,73 %), *I. tomentosa* (7,08 %), *Pseudocedrela kotschyi (Schweinf.)* Harms (6,20 %), *Daniellia oliveri* (5,31 %), *P. curatellifolia* (4,42 %), *P. erinaceus* (4,42 %).

Le G2a savanes arborées de versant, la densité de régénération est 53 pieds/ha avec un taux de régénération moins important 36,60 %. Les espèces les plus abondantes sont : *P. kotschyi* (24,44 %), *Cassia mimosoides* L. (11,11 %), *Daniellia oliveri* (8,89 %), *Pteleopsis suberosa* Engl. & Diels (8,89 %), *Piliostigma thonningii* (Schum.) (6,67 %), *Protea madiensis* Oliv. var.elliotii (C.H.Wright) (4,4 %).

Le G2b forêts claires de mi-versant moyennement brûlé, la densité de régénération est 71 pieds/ha et le taux de régénération est de 43,54 %. Les espèces les plus abondantes sont : *D. oliveri* (14,06 %), *I. doka* (10,93 %), *P. kotschyi* (10,93 %), *Isoberlinia tomentosa* (7,81 %), *Mimusops andongensis* Hiern. (7,81 %), *T. laxifolia* (7,81 %), *Allophylus africanus* P.Beauv. (6,25 %), *P. madiensis* (6,25 %).

Dans le G2c savanes arborées/arbustives en haut et en mi versant moyennement à très fréquemment affecté par le feu, la densité de régénération est de 109 pieds/ha et un taux de régénération de 66,09 %. *Les espèces les plus abondantes sont : Lophira lanceolata* van Tiegh. Ex Keay (18,70 %), *Hymenocardia acida Tul.* (13,48 %), *T. laxifolia* (7,83 %), *P. suberosa* (6,52 %), *D. oliveri* (5,22 %), *Phyllanthus pentandrus Schum.* (5,22 %), *P. madiensis* (3,91 %).

4. Discussion

L'inventaire floristique mené dans le PNFM a permis de dénombrer 226 espèces réparties en 126 genres et 101 familles. Cette florule est inférieure aux différentes études réalisées dans ce parc. Atsri et al. (2018) Woegan et al. (2013) ont recensé respectivement 583 et 479 espèces. Les différences seront dues non seulement à la taille et au mode d'échantillonnage, mais aussi à la spécificité de l'étude qui est plus orientée vers la caractérisation de l'impact du feu de végétation sur la diversité et le structure démographiques des formations végétales au lieu de la caractérisation de la florule. L'impact du mode d'échantillonnage sur la diversité est relevé par Atsri et al. (2018). La période d'investigation de la présente étude (janvier) reste aussi moins favorable à la détermination des plantes herbacées dont la majorité est consumée par le feu de végétation.

Les familles les plus représentées ont été : les Leguminosae-Caesalpiniaceae, les Euphorbiaceae, les Poaceae et les Combretaceae. Les études précédentes ont plutôt rapporté les Rubiaceae comme la seconde famille la plus représentée dans les PNFM

(Atsri et al. 2018; Woegan et al. 2013). Les Rubiaceae sont le plus souvent inféodés aux galeries forestières (Polo-Akpisso et al. 2015). La faible représentativité de cette famille de plantes serait due la faible prise en compte des galeries forestières (les plus souvent moins concernées par le feu de de végétation) au cours de la présente étude. L'importance des Leguminosae-Caesalpiniaceae et des Poaceae a été plutôt rapportée par Dourma et al. (2012) dans les forêts claires à *Isoberlinia* spp en zone soudanienne du Togo et Polo-Akpisso et al. (2015) dans le complexe de la Reserve de faune Oti-Kéran-Mandouri. Les résultats de la présente étude seraient liés à la forte représentativité des relevés de forêts claires.

Le spectre biologique montre la prédominance des hémicryptophytes, des mésophanérophytes et des microphanérophytes. Ces résultats sont similaires à ceux de Woegan et al. (2013). La faible représentativité des thérophytes et des chaméphytes ainsi que des espèces introduites montre la faible perturbation des écosystèmes (Gnahoré et al. 2020) du PNFM par les activités humaines notamment l'installation des champs et les implantations humaines. Cependant la comparaison entre le spectre brut et le spectre pondéré des types biologiques montre une invasion du parc par ces dernières représentées en particulier par l'herbe de Laos, *Chromolaena odorata*. L'impact négatif des espèces invasives sur la dynamique des écosystèmes est relevé dans les études sur le complexe de Reserve de Togodo au sud du Togo (Akodéwou et al. 2019). L'installation de cette plante est réalisée à la faveur de l'ouverture de la végétation suite au feu de végétation ou le pâturage (Atakpama et al. 2019; Atakpama et al. 2022). L'étude de Koumoi (2019) montre une progression du feu de végétation ces dernières années dans la réserve.

La flore du PNFM est dominée par les espèces de transition Guinéo-Congolaise/Soudano Zambézienne et les espèces Guinéeo-congolaise. Cette caractéristique des zones de mosaïques forêts-savanes est également rapportée par Atsri et al. (2018) dans les PNFM et de Atakpama et al. (2017) dans la forêt communautaire au sud du Togo. La faible représentativité des espèces soudano-zambéziennes confirme l'affinité forestière de la flore. Par contre les espèces soudano-zambéziennes étaient rapportées comme les plus abondantes dans ledit parc par Woegan et al. (2013). Ces dernières sont le plus souvent rapportées par les études de la flore de la zone soudanienne (Dimobe et al. 2014; Folega et al. 2022; Polo-Akpisso et al. 2015).

La diversité des groupements discriminés dans le PNFM est fonction des formations végétales constitutives. La plupart de ces formations végétales ont été précédemment décrites dans le PNFM et dans la zone écologique II dont fait partie le parc (Atsri et al. 2018; Dourma et al. 2012; Woegan 2011). Il s'agit par conséquent des formations végétales caractéristiques de la zone d'étude. La structure en diamètre en « L » de ces groupements ressort la prédominance des individus de faibles diamètres au sein du peuplement. Cette abondance des jeunes individus et une diminution graduelle sont celles d'une structure démographique normale. Cette distribution paraît similaire à celle décrite dans les formations forestières de la sous-région et au Togo (Awokou et al. 2009; Folega et al. 2017). L'abondance des individus de faible est une garantie pour l'avenir d'une formation naturelle. Elle révèle aussi la stabilité des formations végétales investiguées. Dans la majorité des aires protégées du Togo, l'on note plutôt des structures erratiques ou une faible représentativité des individus de faibles diamètres (Dimobe et al. 2014; Dourma et al. 2019; Kombate et al. 2023). Ces dernières structures témoignent des pressions anthropiques importantes au sein de ces aires protégées.

La répartition par classes de hauteurs donne une structure en « cloche » dans tous les groupes. L'effectif des individus appartenant aux moyennes classes de hauteur est plus important tandis que celui des petites hauteurs est faible. Cet état de fait est constaté par Ouédraogo et al. (2009) sur les végétations ligneuses juvéniles du parc National d'Arly au Burkina Faso. La destruction des individus de faibles hauteurs (plus juvéniles) par le feu de végétation justifierait leurs faibles densités dans l'ensemble des écosystèmes.

Le PNFM donne un potentiel de régénération dont la densité est estimée à 86 pieds/ha. Le taux global de régénération est estimé à 50 %. Le taux de régénération est plus faible au niveau des savanes boisées de versant et les forêts claires de mi-versant moyennement brûlées. Par contre, elle est élevée dans les savanes arborées/arbustives de haut versant et mi versant moyennement à très fréquemment brûlées, les savanes boisées et les forêts claires. Le feu de végétation favoriserait la régénération des plusieurs espèces dont les plantes pyrophytes et la levée de dormance de plusieurs graines. Cependant les individus germés sont consumés par le feu de végétation au cours de leur stade juvénile. En particulier le feu consume les branches des individus provoquant leur mortalité. Ceci justifierait la faible représentativité des individus de hauteur inférieure à 4 m dans les formations végétales.

5. Conclusion

Un total de 226 espèces réparties en 126 genres et 101 familles ont été recensées. Les Caesalpinioideae (11,31 %), les Euphorbiaceae (11, 31 %) Les Poaceae (11,31 %), les Combrétacée (7,87 %), les Fabaceae (7,87 %), et les Mimosaceae (7,87 %) sont les familles les plus représentées. Le taux de régénération est plus faible au niveau des savanes arborées de versant moyennement brûlées et les forêts claires de mi-versant moyennement brûlées. Par contre elle est élevée dans les savanes arborées/arbustives

de haut versant et mi versant moyennement à très fréquemment brûlées, les savanes boisées et les forêts claires. Au vu de tous ces résultats, une attention particulière doit être accordée à la gestion des feux de végétation dans les aires protégées, à la conservation et restauration des ressources naturelles. Un renforcement du dispositif de contrôle dans la partie sud et nord permettrait de mieux protéger le parc. Il faudrait créer des équipes de surveillance pour la bonne maitrise des feux de végétation incontrôlés et la mise en feu précoce de la végétation.

Remerciement

Cette étude a reçu le financement Programme d'appui à la lutte contre le changement climatique au Togo (PALCC-AMCC+ Togo) sur financement de l'Union européenne. Nous tenons à remercier le Ministère chargé de l'Environnement et aux agents des eaux et forêts pour les facilitations et l'accompagnement sur le terrain lors de la collecte des données.

Références

Abdou IK, Abasse T, Massaoudou M, Rabiou H, Soumana I, Bogaert J (2019) Influence des Pressions Anthropiques sur la Dynamique Paysagère de la Reserve Partielle de Faune de Dosso (Niger) IJBCS 13:1094-1108 doi: https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.41

Afelu B, Djongon KA, Kokou K (2016a) Dynamique spatiotemporelle des feux de végétation au Togo (Afrique de l'Ouest) Europ. Sci. J. 12:1-18 doi:https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n18p14

Afelu B, Fontodji KJ, Kokou K (2016b) Impact des feux sur la biomasse dans les savanes guinéo-soudaniennes du Togo VertigO 16 doi: https://doi.org/10.4000/vertigo.17106

Afelu B, Kokou K (2015) Paramètres physiques d'évaluation du comportement des feux de végétation au Togo IJBCS 9:2091-2105 doi:http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i4.31

Ahononga F, Gouwakinnou GN, Biaou SS, Biaou S (2021) Vulnérabilité des terres des écosystèmes du domaine soudanien au Bénin de 1995 à 2015 BFT 346:35-50 doi: http://dx.doi.org/10.19182/bft2020.346.a36295

Akodéwou A, Oszwald J, Akpavi S, Gazull L, Akpagana K, Gond V (2019) Problématique des plantes envahissantes au sud du Togo (Afrique de l'Ouest) : apport de l'analyse systémique paysagère et de la télédétection BASE 23 https://agritrop.cirad.fr/591093/1/BASE_Adokewou_2019.pdf accessed on 22/06/2023

Akodéwou A, Oszwald J, Gazull L, Akpavi S, Akpagana K, Gond V, Saidi S (2020) Land Use and Land Cover Dynamics Analysis of the Togodo Protected Area and Its Surroundings in Southeastern Togo, West Africa Sust. 12:1-23 doi:https://doi.org/10.3390/su12135439

Akoégninou A, van der Burg WJ, van der Maesen LJG, Adjakidjè V, Essou JP, Sinsin B, Yédomonhan H (2006) Flore Analytique du Bénin. Backhuys Publishers, Cotonou & Wageningen https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/281595 accessed on 22/06/2023

Atakpama W, Amegnaglo KB, Afelu B, Folega F, Batawila K, Akpagana K (2019) Biodiversité et biomasse pyrophytes au Togo VertigO 19. doi:https://doi.org/0.4000/vertigo.27000

Atakpama W, Egbelou H, Yandja M, Kombate B, Afelu B, Batawila K, Akpagana K (2023) Vulnérabilité de la flore de la Forêt Classée de Missahohoe au feu de végétation Ann. Rech. For. Algérie 13:37-53 https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/592/13/1/219328 accessed on 22/06/2023

Atakpama W, Folega F, Azo AK, Pereki H, Mensah K, Wala K, Akpagana K (2017) Cartographie, diversité et structure démographique de la forêt communautaire d'Amavénou dans la préfecture d'Agou au Togo Rev. Géog. Univ. Ouagadougou 2:59-82.

Atakpama W, Tchiritema B, Batawila K, Akpagana K (2022) Disponibilité et usage des plantes fourragères de la série de pâturage de la Forêt Communautaire d'Alibi 1 au Togo Rev. Écosyst. Pays. (Togo) 1:145-161 https://lbev-univlome.com/wp-content/uploads/2022/12/Atakpama-et-al.pdf accessed on 22/06/2023

Atsri HK, Abotsi KE, Kokou K (2018) Enjeux écologiques de la conservation des mosaïques forêt-savane semi-montagnardes au centre du Togo (Afrique de l'Ouest) J. Anim. Plant Sci. 38:6112-6128 http://m.elewa.org/Journals/wp-content/uploads/2018/09/6.Atsri_.pdf accessed on 22/06/2023

Awokou KS, Ganglo CJ, Azontondé HA, Adjakidje V, De Foucault B (2009) Caractéristiques structurales et écologiques des phytocénoses forestières de la forêt classée d'Itchèdè (Département du Plateau, Sud-est Bénin) Sci. Nat. 6:125-138 https://www.ajol.info/index.php/scinat/article/download/48666/35019 accessed on 22/06/2023

Braun-Blanquet J (1932) Plant sociology. The study of plant communities. New York & london

Brunel JF, Hiepko P, Scholz H (1984) Flore analytique du Togo : Phanerogames. GTZ, Eschborn. doi:https://doi.org/10.2307/3776742

Burkle LA, Simanonok MP, Durney JS, Myers JA, Belote RT (2019) Wildfires influence abundance, diversity, and intraspecific and interspecific trait variation of native bees and flowering plants across burned and unburned landscapes Front. Ecol. Evol. 7:252 doi:https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00252

Cruz P, Theau JP, Lecloux E, Jouany C, Duru M (2010) Typologie fonctionnelle de graminées fourragères pérennes: une classification multitraits Fourrages 201:11-17 https://hal.inrae.fr/hal-02667215/document accessed on 22/06/2023

Dimobe K, Goetze D, Ouédraogo A, Forkuor G, Wala K, Porembski S, Thiombiano A (2017) Spatio-temporal dynamics in land use and habitat fragmentation within a protected area dedicated to tourism in a Sudanian savanna of West Africa J. Land. Ecol. 10:75-95 doi:https://doi.org/10.1515/jlecol-2017-0011

Dimobe K et al. (2014) Disturbance and Population Structure of Plant Communities in the Wildlife Reserve of Oti-Mandouri in Togo (West Africa) ARRB 4:2501-2516 https://journalarrb.com/index.php/ARRB/article/download/25401/47529 accessed on 22/06/2023

Dourma M, Batawila K, Guelly KA, Bellefontaine R, Foucault Bd, Akpagana K (2012) La flore des forêts claires à *Isoberlinia spp*. en zone soudanienne au Togo Acta Bot. Gal. 159:395-409 doi: https://doi.org/10.1080/12538078.2012.737118

Dourma M, Soou E, Atakpama W, Folega F, Akpagana K (2019) Dynamique spatio-temporelle et structure de la végétation de la forêt classee d'Atakpamé au Togo Ann. Sci. Tech. 19:1-22 doi:http://www.annalesumng.org/index.php/st/article/view/642/182319 accessed on 22/06/2023

Ern H (1979) Die Vegetation Togos, Gliederung, Gefährdung, Erhaltung Willdenowia 9:295-315 doi:10.2307/3995654

FAO (2021) Évaluation des ressources forestières mondiales 2020: Rapport principal. FAO, Rome, Italy

Folega F et al. (2017) Potentialités écologiques et socio-économiques de la forêt communautaire d'Agbedougbé (Région des Plateaux-Togo) J Rech Sci Univ Lomé (Togo) 19:31-50 https://www.ajol.info/index.php/jrsul/article/view/163257 accessed on 22/06/2023

Folega F, Ekoungoulou R, Wala K, Akpagana K (2022) Diversité structurale des ligneux en lien avec l'utilisation des terres en paysage du socle éburnéen au Togo Ann. Rech. For. Algérie 12:07-25 https://www.asjp.cerist.dz/index.php/en/downArticle/592/12/1/182826 accessed on 22/06/2023

Gnahoré É, Koné M, Soro Y, N'guessan YJ, Bakayoko A (2020) Effets de l'anthropisation sur la diversité floristique à la périphérie du Parc National du Banco, Abidjan, Côte d'Ivoire Afrique Sci. 16:167-180 http://afriquescience.net/PDF/16/4/14.pdf accessed on 22/06/2023

Grégoire J-M, Simonetti D (2008) Dynamique des brûlis dans les aires protégées du réseau SUN (Bénin, Burkina Faso, Niger et Sénégal) JRC Scientific and Technical Research Reports 48829 https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC48829/reqno_jrc48829.pdf accessed on 22/06/2023

Kombate A, Folega F, Atakpama W, Dourma M, Wala K, Goïta K (2022) Characterization of Land-Cover Changes and Forest-Cover Dynamics in Togo between 1985 and 2020 from Landsat Images Using Google Earth Engine Land 11:1889 doi:https://doi.org/10.3390/land11111889

Kombate B et al. (2023) Structure et modélisation du carbone de la Forêt Classée de Missahohoé au Togo AJLP-GS 6:42-61 https://doi.org/10.48346/IMIST.PRSM/ajlp-gs.v6i1.35320

Konko Y, Afelu B, Kokou K (2021) Potentialité des données satellitaires Sentinel-2 pour la cartographie de l'impact des feux de végétation en Afrique tropicale : application au Togo BFT 347:59-75 doi: https://doi.org/10.19182/bft2021.347.a36349

Kouassi JL, Wandan N, Mbow C (2021) Exploring spatio‐temporal trends and environmental drivers of wildfire occurrence and impacts in Côte d'Ivoire, West Africa African J. Ecol. 00:1-19 doi:https://doi.org/10.1111/aje.13066

Koumoi Z (2019) Suivi des feux de végétation dans le parc national Fazao Malfakassa et ses terroirs riverrains par imagerie satellitaire modis et landsat Rev. Sci. Env. 1:125-142

Magurran AE (2004) Measurement biological diversity. Blackwell Science Ltd. http://www2.ib.unicamp.br/profs/thomas/NE002_2011/maio10/Magurran%202004%20c2-4.pdf accessed on 22/06/2023

Mahamane A (2005) Études floristique, phytosociologie et phytogéographique de la végétation du Parc Régional du W du Niger Thèse d'État, Univ. Libre de Bruxelles, :497

MERF (2017) Étude sur la détermination des périodes pour les feux précoces selon les régions écologiques du Togo vol 1/3. Ministère de l'Environnement, Lomé, Togo. https://reddtogo.tg/index.php/component/jdownloads/download/2-base-de-donnees/95-rapport-final-volume-1-3-rapport-de-synthese accessed on 20/08/2022

Ouédraogo O, Thiombiano A, Hahn-Hadjali K, Guinko S (2009) Diversité et dynamique de la végétation ligneuse juvénile du Parc National d'Arly (Burkina Faso) Candollea 64:257-278

Padakale E, Atakpama W, Dourma M, Dimobe K, Wala K, Akpagana K (2015) Woody species diversity and structure of *Parkia biglobosa* Jacq. Dong parklands in the sudanian zone of Togo (West Africa) ARRB 6:103-114 doi:https://doi.org/10.9734/ARRB/2015/14105

Philip MS (2002) Measuring Trees and Forests. 2nd edn. CABI, London

Polo-Akpisso A et al. (2015) Plant Species Characteristics and Woody Plant Community Types within the Historical Range of Savannah Elephant, *Loxodonta africana* Blumenbach 1797 in Northern Togo (West Africa) Ann. Rev. Res. Biol. 7:283-299. doi:https://doi.org/10.9734/ARRB/2015/19271

PRCGE (2010) Stratégie nationale de gestion des feux de végétation Lomé: Programme de Renforcement de Capacité pour la Gestion de l'Environnement. MERF, Lomé, Togo.

Rondeux J (1999) La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Les presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique.

Woegan YA (2011) Diversité des formations végétales ligneuses du Parc national de Fazao-Malfakassa et de la réserve d'Aledjo (Togo) Acta Bot. Gall. 158:445-449 doi:https://doi.org/10.1080/12538078.2011.10516286

Woegan YA, Akpavi S, Dourma M, Atato A, Wala K, Akpagana K (2013) État des connaissances sur la flore et la phytosociologie de deux aires protégées de la chaîne de l'Atakora au Togo: Parc National Fazao-Malfakassa et Réserve de Faune d'Alédjo IJBCS 7:1951-1962 doi:http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i5.14